

クラッチ機能を備えた超音波アクチュエータ - 構成条件と動作特性 -

著者	秋庭 啓次郎, 武村 剛志, 青柳 学, 高野 剛浩 , 田村 英樹, 富川 義朗
雑誌名	2008年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文 集
巻	2008
ページ	89-90
発行年	2008
URL	http://hdl.handle.net/10258/1645

クラッチ機能を備えた超音波アクチュエータ - 構成条件と動作特性 -

著者	秋庭 啓次郎, 武村 剛志, 青柳 学, 高野 剛浩 , 田村 英樹, 富川 義朗
雑誌名	2008年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文 集
巻	2008
ページ	89-90
発行年	2008
URL	http://hdl.handle.net/10258/1645

試作した圧電クラッチは $n=2$, $\alpha=5$, $k_1=0.17 \times 10^6 [\text{N/m}]$, $k_2=5.0 \times 10^6 [\text{N/m}]$ である。 $F_0=25 [\text{N}]$ として、(4)式にこれらの値を代入すると右辺は 0.93 となり条件式を満たしていることがわかる。

4. 最大静止トルク特性

仮想物体に対する抗力を表現するには最大静止トルクを把握し、制御する必要がある。USM 部の先端とロータ間に 26.7[N]の初期予圧を与えたときの圧電クラッチ部の MPA に印加する直流電圧に対する最大静止トルク特性を Fig.3 に示す。この結果より、最大で 16[mN・m]の最大静止トルクが発生し、印加電圧に対して直線的に減少することを確認した。

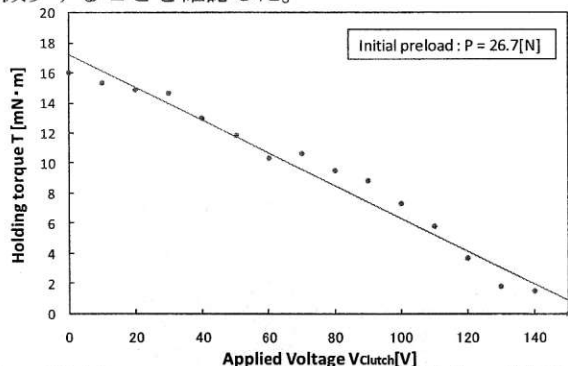


Fig.3 Holding torque vs. voltage applied to MPAs of piezoelectric clutch.

5. 回転速度-トルク特性

仮想物体の反発力を表現するには、アクチュエータの回転速度と発生トルクを把握し、制御する必要がある。Fig.4 に示すように、ロータのシャフトにロータリエンコーダを取り付け、アクチュエータを動作させたときの回転速度を測定した。アクチュエータが発生するトルクはシャフトと同径のプーリーに糸を巻き接線方向に錘を吊り下げ、その荷重とトルク半径の積により算出した。

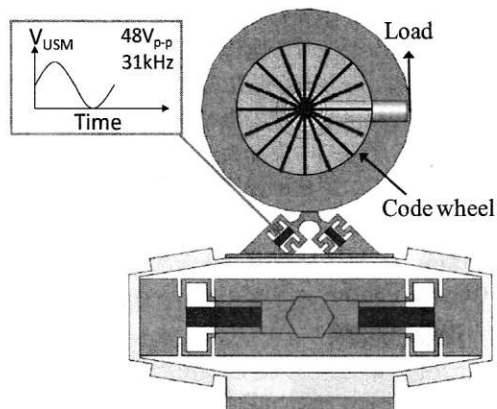


Fig.4 Measurement of revolution speed and torque.

(1) USM による電圧制御

USM 部の先端とロータ間に 26.7N の初期予圧を与え、クラッチ部の MPA に 100V の直流電圧を印加した。USM 部の MPA に印加する 31.0kHz の正弦波電圧に対する回転速度-トルク特性を Fig.5 に示す。この結果より、定トルクにおいて広範囲に速度制御が可能であり、直流機の電圧制御に近い特性であることを確認した。

(2) 圧電クラッチによる予圧制御

USM 部の先端とロータ間に 26.7N の初期予圧を与え、USM 部の MPA に 48V_{p-p}, 31.0kHz の正弦波電圧を印

加した。圧電クラッチ部の MPA に印加する直流電圧に対する回転速度-トルク特性を Fig.6 に示す。この結果より、出力を一定に保ったままで速度制御が可能であり、直流機の界磁制御に近い特性であることを確認した。

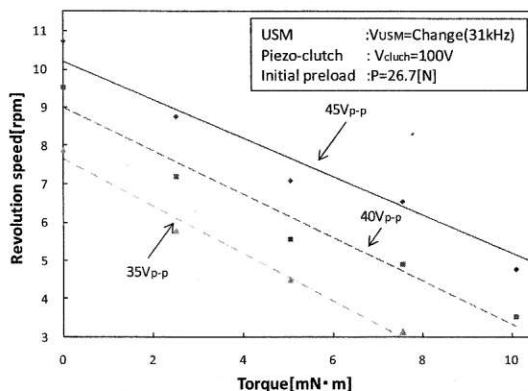


Fig.5 Revolution speed vs. torque controlled voltage applied to MPA of USM.

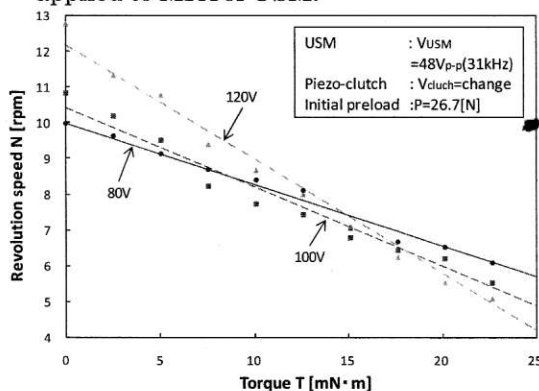


Fig.6 Revolution speed vs. torque controlled voltage applied to MPA of piezoelectric clutch.

6. まとめ

変位拡大機構を2つのバネおよび梘子と仮定することで、圧電クラッチの構成条件となる式を導いた。これにより、試作した圧電クラッチが条件式を満たすことを確認した。さらに、USM 部または圧電クラッチ部の印加電圧を変化させることで、最大静止トルクと回転トルクを制御できる。これら2つのトルクにより仮想物体に対する抗力と反発力を表現できると考えられる。

謝 辞

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B) (課題番号 18360109) の補助による。

文 献

- [1] <http://www.sensable.com/>
- [2] S.Tachi, K.Komoriya, K.Sawada, T.Nishiyama, T.Itoko, M.Kobayashi, and K.Inoue, "Teleexistence cockpit for humanoid robot control," Advanced Robotics, vol.17, pp.199-217, 2003.
- [3] M.Aoyagi, T.Tomikawa, T.Takano, "A Novel Ultrasonic Motor with a Built-in Clutch Mechanism for a Force-feed-back Actuator," 2004 IEEE Ultrasonics Symposium, p.2239, 2004
- [4] T.Takemura, M.Aoyagi, T.Takano, H.Tamura, and Y.Tomikawa, "Hybrid Ultrasonic Actuator for Force-Feedback Interface," Japanese Journal of Applied Physics, Vol.47, No.5 2008, pp. 4265-4270